



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

Divisione Generazione ed Energy Management
Unità di Business di Porto Tolle

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

CENTRALE TERMoeLETTRICA DI PORTO TOLLE

ASSETTO DI FUNZIONAMENTO A CARBONE

ALLEGATO D5 Relazione tecnica sui dati meteo climatici



Centrale Termoelettrica di Porto Tolle
Allegato D 5
A.I.A. - Assetto di funzionamento a carbone



1. **ATMOSFERA** - 3 -
1.1. Climatologia e meteorologia - 3 -



Centrale Termoelettrica di Porto Tolle
Allegato D 5
A.I.A. - Assetto di funzionamento a carbone



Di seguito viene riportato uno stralcio della relazione tecnica dello Studio di Impatto Ambientale per la trasformazione a carbone dell'impianto presentato nel maggio 2005.

1. ATMOSFERA

1.1. Climatologia e meteorologia

L'area del Delta del Po presenta un tipo di clima sub-costiero continentale con una spiccata affinità a quello tipico della Pianura Padana, ed è caratterizzato ancora da forte escursione annua con elevata umidità e nebbie estese.

Le piogge sono distribuite regolarmente nel corso dell'anno, con manifestazioni temporalesche nel periodo estivo e con totali annui compresi tra 550 e 950 mm.

La regione, dal punto di vista orografico, non ha delimitazioni naturali ad W sino a comprendere l'intera Valle Padana; solo a grande distanza (60÷100 km) sussiste, a NW, la delimitazione costituita dalle Prealpi Venete e dai Colli Berici ed Euganei, mentre a S si hanno i primi contrafforti dell'Appennino Emiliano. Le Alpi, nella loro parte orientale, si abbassano favorendo l'afflusso dei venti provenienti dai settori nordorientali. Dal punto di vista anemologico, quindi, l'influenza dell'orografia a livello più ampio, determina, una elevata frequenza delle provenienze tra N ed E, causate spesso dal vento di Bora, e una provenienza occidentale dovuta alla circolazione termica della Pianura Padana. Quest'ultima si collega con la locale circolazione di brezza, legata alla presenza dell'interfaccia terra-mare, intensificandola. Nella parte meridionale, corrispondente alla Romagna, il predominio dei venti passa invece alle direzioni da SW, W e NW.

Secondo lo schema quantitativo di classificazione climatica del Koppen (1936 – Pinna, 1978) dell'area in esame, rientrano nella categoria dei climi temperati di tipo C: in particolare il clima è di tipo subcontinentale con estate calda e inverni rigidi denominato *"temperato umido con nebbie frequenti (Cfan)"*.

In funzione dell'indice di umidità globale e considerando le variazioni stagionali di umidità, il Thornthwaite (1957 – Pinna, 1978) lo colloca nella classe di clima umido senza deficienza idrica durante tutto l'anno denominato umido con indice di aridità minimo (Ar).

Il territorio su cui sorge la centrale è prospiciente al Mare Adriatico ed è delimitato a S dalla foce del Po di Goro e a N dall'isola di Albarella. Esso si



Centrale Termoelettrica di Porto Tolle
Allegato D 5
A.I.A. - Aspetto di funzionamento a carbone



presenta completamente pianeggiante con alcune depressioni sotto il livello del mare (zone vallive alquanto estese), scarsa densità di popolazione e centri abitati costituiti da piccoli insediamenti rurali.

Le masse d'aria che si avvicinano in questa zona sono principalmente quelle da NE, da N e NW, ma il vento che più caratterizza la zona è la Bora, un vento secco che ha la sua maggior frequenza in inverno e in autunno. La Bora spira tra NNE ed E, e si presenta in media per 8 giorni in inverno, 4 in autunno, 3 in primavera e 1 o 2 giorni in estate. E' un vento intenso, per lo più freddo nonostante sia discendente, con raffiche che possono raggiungere i 130 km/h. Nasce dal Golfo di Trieste, procede verso il golfo di Venezia, dove la sua velocità diminuisce sensibilmente, e arriva sull'area in esame con un'intensità ridotta a meno della metà e una temperatura meno rigida per aver attraversato il Mare Adriatico.

In inverno la Bora non è l'unico vento presente, ma ci sono, con una certa frequenza, anche i venti provenienti da ESE e da SSE generati da depressioni sul Mar Tirreno (tipo di tempo 3 e 4, secondo Borghi e Giuliacci). In primavera subentra un periodo anemologico di transizione con una diminuzione sensibile della frequenza dei venti settentrionali. In estate l'attività anemologica è piuttosto limitata per i gradienti deboli di pressione. Non vi sono venti prevalenti ma circolazione di brezza di mare e terra, e le cosiddette "borine" (venti orientali di velocità moderata) che non sono altro che brezza di mare che continua anche di notte per il fatto che la depressione a carattere termico, generatesi nel pomeriggio sulla Val Padana, non si colma completamente. In autunno i venti intensi sono piuttosto rari con prevalenza del NW.

La piovosità è abbastanza elevata in inverno, specie dopo la formazione di aree di bassa pressione sul Golfo di Genova (tipi di tempo 2 e 3 secondo Borghi e Giuliacci), che creano in zona venti sciroccali i quali, raccogliendo umidità passando sull'Adriatico, accentuano spesso i fenomeni ad essi correlati. La primavera si presenta più piovosa dell'inverno, per l'accentuarsi delle depressioni sul Golfo di Genova, che nella loro evoluzione, spostandosi sul basso Adriatico, innescano condizioni favorevoli alla presenza della Bora "scura". Si hanno inoltre frequenti temporali a fine stagione. In estate l'andamento del tempo è simile a quello della regione Padana: si verificano deboli gradienti di pressione e si hanno temperature piuttosto elevate che favoriscono lo sviluppo di nubi temporalesche. L'autunno generalmente, è ancora una stagione piovosa, anche se le depressioni risultano più deboli ma sono a più lento spostamento di quelle invernali. Non mancano però periodi di bel tempo, per l'instaurarsi dell'anticiclone dell'Europa centrale.



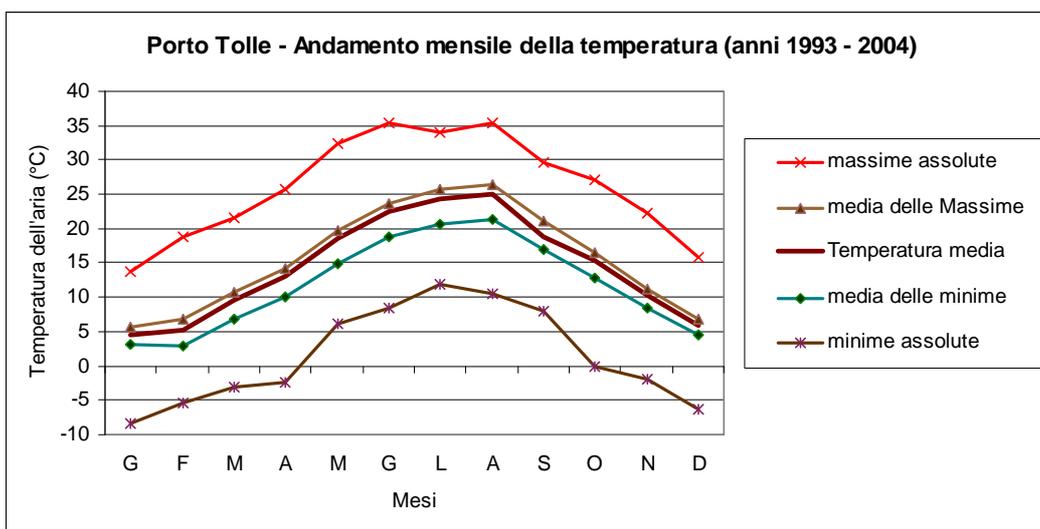
Le caratteristiche locali possono essere meglio delineate dagli andamenti mensili dei diversi parametri.

L'andamento termico dell'area, elaborato sul lungo periodo, mostra andamenti caratteristici come si deduce dai valori di alcune stazioni della zona sub costiera centrale riportati nella seguente tabella (Mennella):

STAZIONE	MESE												ANNO
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Padova 14 m s.l.m	2.3	3.3	8.1	12.6	16.9	21.2	23.7	23.0	19.6	13.9	9.2	3.7	13.1
Rovigo 23 m s.l.m	1.8	2.9	8.0	12.9	17.3	21.8	24.5	23.9	20.2	14.3	9.0	3.3	13.3
Codigoro 2 m s.l.m	2.0	2.5	7.7	12.6	17.0	21.5	24.0	23.6	20.1	14.4	9.3	3.5	13.3
Ferrara 15 m s.l.m	1.6	2.6	8.0	12.8	16.9	21.2	24.0	23.8	20.2	14.3	9.2	3.1	13.2

I valori medi mensili sono simili in tutte le stazioni ad indicare l'omogeneità delle condizioni nel territorio. Solo in inverno si hanno minime differenze con temperature leggermente inferiori nelle stazioni dell'entroterra.

I dati recenti della stazione di centrale, mostrati nel grafico seguente, confermano quest'andamento per il sito in studio e presentano medie annuali e invernali più elevate dovute alla sua posizione, praticamente sul mare.



L'analisi dei valori estremi mostra la possibilità di temperature notevolmente basse nel periodo invernale, associate ad un'escursione termica contenuta per l'elevata frequenza dei casi di nebbia. I massimi assoluti estivi possono



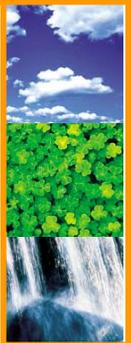
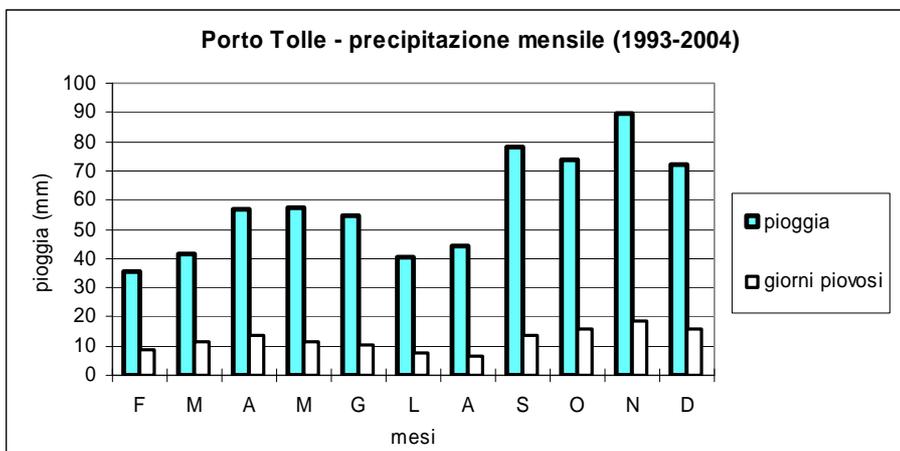
raggiungere temperature superiori ai 35 °C e sono presenti sia nel mese di giugno che in quello di agosto.

Per quanto riguarda il regime pluviometrico l'andamento mensile, rivelato dai dati di alcune stazioni limitrofe (dal Mennella), presenta due massimi uno nel tardo periodo primaverile o all'inizio del periodo estivo (maggio-giugno) e l'altro nel tardo periodo autunnale. I valori minimi si riscontrano in estate, al limite della soglia di siccità indicata dal Koeppen, e alla fine dell'inverno. L'andamento si presenta intermedio tra quello mediterraneo e quello sub-continentale.

STAZIONE		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Padova 14 m s.l.m	mm	60	53	70	74	92	81	52	53	73	87	89	62	846
	giorni	7	6	7	8	10	7	6	5	6	8	9	7	86
Ravenna 4 m s.l.m	mm	54	62	49	45	64	45	28	39	84	91	74	65	700
	giorni	8	7	6	7	8	5	3	4	6	8	10	9	81
Codigoro 2 m s.l.m	mm	39	37	43	45	56	58	28	46	62	81	62	46	603
	giorni	7	6	6	7	8	6	4	4	6	7	8	7	76
Ferrara 15 m s.l.m	mm	41	41	50	42	54	55	31	37	52	65	61	47	576
	giorni	6	6	6	7	7	6	3	4	5	7	8	7	72

L'analisi dei dati rilevati nella stazione della Centrale di Porto Tolle, relativa al periodo più che decennale dal 1993 al 2004, riportati nella tabella e nel grafico seguenti, conferma l'andamento tipico regionale con valori medi annuali intermedi ed estivi più elevati di quelli del comprensorio. I massimi si riscontrano in maggio e novembre.

STAZIONE		G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
C.le Porto Tolle 10 m s.l.m	mm	40	35	42	57	58	55	41	44	78	74	90	72	634
	giorni	12	9	12	13	12	10	8	7	14	16	19	16	135



Anche per l'umidità relativa, si riscontra una certa omogeneità del territorio con valori leggermente più elevati nelle zone più vicine al mare. In tutti i mesi si hanno valori abbastanza alti con i massimi che raggiungono l'85% nel periodo invernale; solo nei due mesi più caldi si scende al di sotto del 60%.

STAZIONE	MESE												ANNO
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	
Padova 14 m s.l.m	79	71	73	66	64	63	59	62	66	77	76	80	69
Rovigo 23 m s.l.m	85	79	78	74	72	69	66	67	71	82	82	84	76
Ravenna 12 m s.l.m	84	76	75	71	69	68	66	67	74	80	84	85	75
Ferrara 15 m s.l.m	87	75	72	66	62	59	60	58	62	78	83	85	71

I valori della stazione della Centrale di Porto Tolle sono i più elevati rispetto a quelli delle altre stazioni, per la sua maggiore vicinanza al corpo d'acqua. Questo si verifica a livello annuale ed estivo mentre rimangono confrontabili i valori medi dei mesi invernali.

Centrale di Porto Tolle	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
Media ore 7	85.3	84.2	83.5	85.2	82.6	79.9	79.1	83.6	84.7	88.3	85.9	85.8	83.9
Media	82.0	77.4	74.6	74.9	72.1	70.7	68.4	70.1	74.0	81.5	82.2	83.0	76.1
Media ore 13	76.6	67.0	62.2	62.8	58.6	57.9	54.5	55.7	59.8	68.9	75.2	77.9	65.1
gg. ur >95% ore 7	4.2	3.5	4.3	3.5	3.1	1.3	1.0	2.7	4.3	5.3	3.0	2.7	36.1
gg. ur <30% ore 13	1.0	1.3	0.5	0.6	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	1.9	2.5	7.8

L'analisi dettagliata per le ore 7 e le ore 13 mostra, per quanto riguarda il numero di giorni con umidità alle ore 7 maggiore del 95%, un comportamento intermedio tra quello della stazione di Porto Corsini, sita come Porto Tolle in vicinanza del mare e quella di Padova, posta più all'interno. Per i valori di umidità relativa inferiori al 30% alle ore 13, la stazione di centrale mostra invece un comportamento più vicino a quello di Padova, in relazione alla sua posizione più settentrionale e quindi maggiormente influenzata dai venti di Bora (Bora chiara).



Centrale Termoelettrica di Porto Tolle
Allegato D 5
A.I.A. - Aspetto di funzionamento a carbone



Padova 14 m s.l.m	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
gg. ur >95% ore 7	6.2	4.0	1.4	0.6	00	00	00	0.6	2.2	3.0	5.6	4.4	28
gg. ur <30% ore 13	0.8	0.2	0.6	3.6	2.2	1.8	2.0	3.6	1.8	0.4	0	0.4	17.4

Porto Corsini 2 m s.l.m	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
gg. ur >95% ore 7	16.8	13.3	6.2	2.8	3.0	00	0.2	0.4	3.0	8.6	10.0	18.8	83.1
gg. ur <30% ore 13	0	0	0	0.2	0	0.2	0	0	0	0	0	1.4	1.8

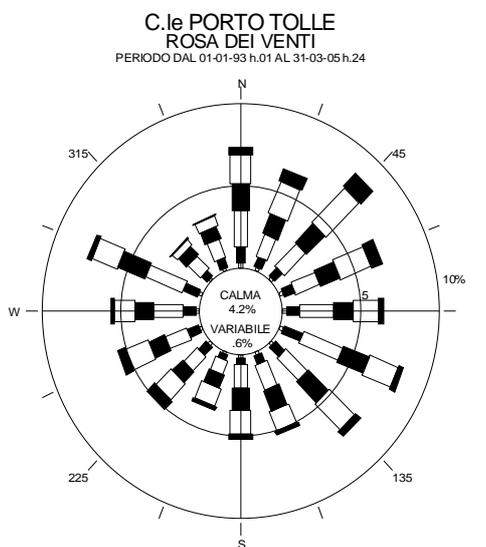
Il regime anemologico di questo compartimento, come già visto a livello regionale, è molto attivo e piuttosto complesso. Le rose dei venti ci mostrano, in linea di massima, la predominanza dei venti dal quadrante nord orientale (tra cui la Bora) in inverno e dei venti meridionali, tra cui lo scirocco, d'estate. La rosa dei venti ottenuta dall'anemometro posto in quota (240m) della stazione di Porto Tolle si presenta, infatti, con diverse direzioni che risultano prevalenti su un andamento medio equamente distribuito. Emergono le provenienze da N, da NE e da ESE e SE; per i venti occidentali s'incrementano leggermente tutte le provenienze tra SW e WNW.

Per lo strato più vicino al suolo, le direzioni di provenienza sono interessate direttamente dal contributo della circolazione di brezza tra la Pianura Padana e il Mare Adriatico, che si presenta da SE in estate come brezza di mare e dai quadranti occidentali come brezza di terra.

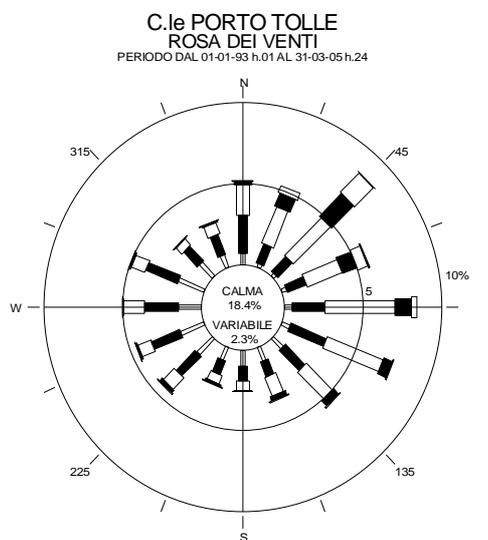
Il comportamento mostrato dalla rosa dei venti al suolo è abbastanza simile a quello in quota (vedi figure seguenti), con una generale riduzione dell'intensità e un incremento fino al 18,4% dei casi di calma. Le provenienze da intorno NE, determinate dalle condizioni di Bora, sono associate alle classi di vento più elevate mentre quelle tra E e SE, e quelle da W, determinate dalla brezza rispettivamente di mare e di terra, alle classi via via più basse.



Vento in quota



Vento al suolo



Nella seguente tabella sono riportate le frequenze annue del vento (dal Mennella, per la media delle ore 7 e 16, in %) per alcune stazioni della Val Padana circostanti l'area in esame.

Distribuzione delle provenienze del vento al suolo (%)

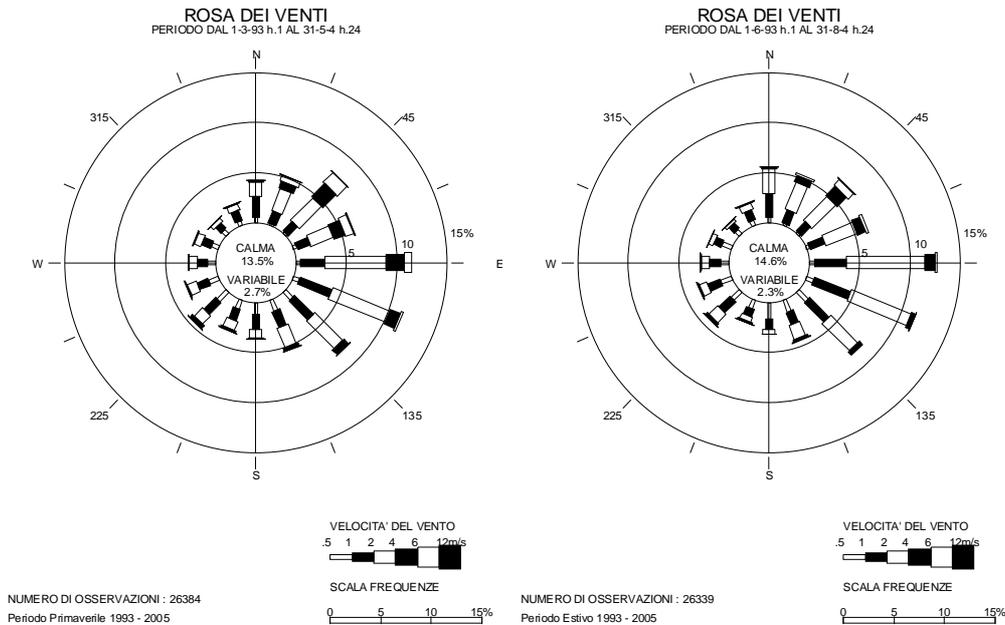
Stazione	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Padova	2.9	6.0	6.0	3.4	2.7	2.7	2.6	2.0	71.6
Ferrara	7.7	16.5	11.5	4.6	3.9	6.7	18.0	9.6	21.6
Porto Corsini	2.7	5.3	10.4	13.0	3.8	2.4	11.6	5.8	45.0

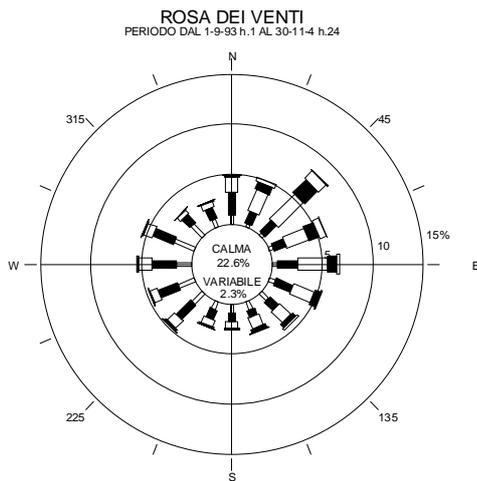
La distribuzione delle direzioni rispecchia l'andamento della zona costiera della Valle Padana che si affaccia sull'Alto Adriatico, con caratteristiche intermedie a quelle di Padova, dove prevale nettamente il NE e a quelle di Porto Corsini dove prevale il SE (brezza di mare) e l'W (brezza di terra). La stazione di Ferrara mostra, invece, una buona frequenza di provenienze da W e da NE. L'elevata frequenza delle condizioni di calma mostrata in tabella è relativa anche al fatto che il Mennella considera, in questa classe, i venti inferiori ai 6



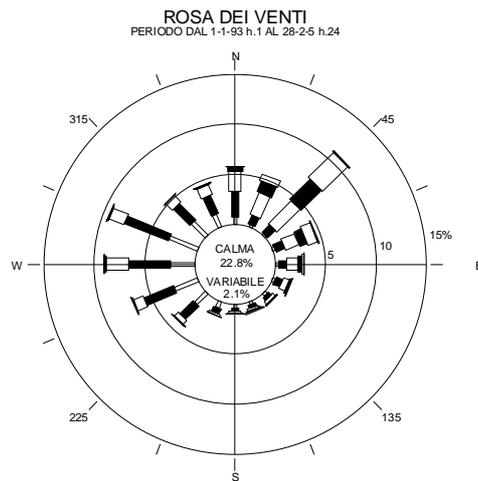
km/h (1,67 m/s). Nei rilevamenti della Centrale di Porto Tolle, la percentuale dei casi con intensità inferiore ai 2 m/s è pari a 60,5% ed è pertanto confrontabile con quelle rilevate nelle altre stazioni. La ventosità del sito è da ritenersi moderata: venti superiori ai 6 m/s sono, in pratica, presenti solo in quota.

Gli andamenti stagionali rispecchiano le caratteristiche generali legate agli effetti dinamici e termici: in estate sono incrementate le provenienze sud-orientali mentre in inverno quelle occidentali. I venti da N, propriamente dovuti ad un effetto dinamico di scavalco delle Alpi, e la Bora, di aggiramento, sono presenti anche nel periodo estivo ma sono più frequenti e più intensi in quello invernale. Le stagioni intermedie, con l'accentuazione del NE in autunno e del SE in primavera, anticipano il comportamento delle stagioni estreme estiva ed invernale.





NUMERO DI OSSERVAZIONI : 26056
Periodo Autunnale 1993 - 2005



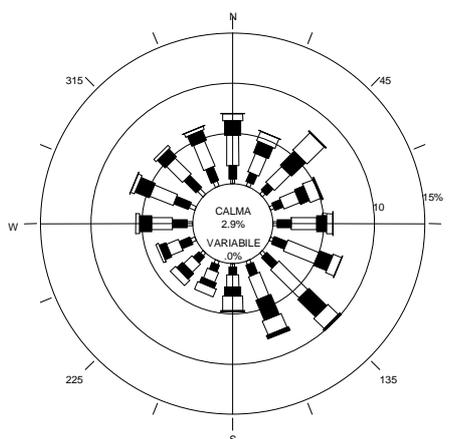
NUMERO DI OSSERVAZIONI : 27380
Periodo Invernale 1993 - 2005



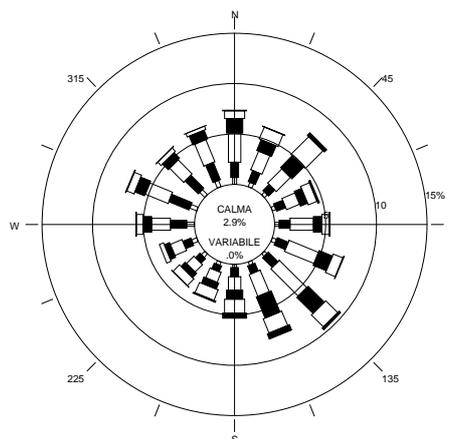
Per quanto riguarda l'analisi del vento in quota sono disponibili i dati rilevati con la strumentazione SODAR di cui si riportano, nella pagina seguente, le rose dei venti a 4 livelli: 50 m, 104 m, 240 m e 512 m per un periodo annuale.

L'andamento a 50 m è molto simile a quello al suolo, presentato in precedenza, in cui prevalgono il SE (brezza di mare) e il NE (Bora). Sostanzialmente confermato è anche il comportamento alla quota di 240 m tra il SODAR e l'anemometro, con l'incremento delle componenti occidentali. Una rotazione significativa si riscontra alla quota di 512 m dove si presenta un incremento delle provenienze sud-occidentali maggiormente legate alla circolazione sinottica.

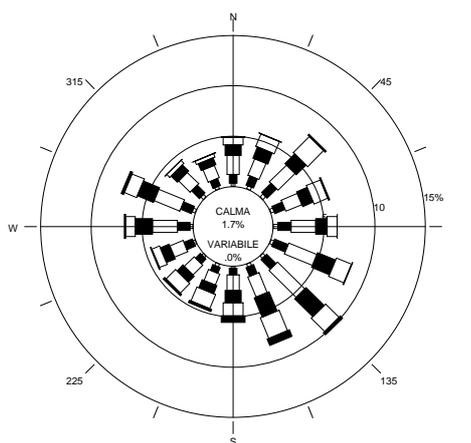




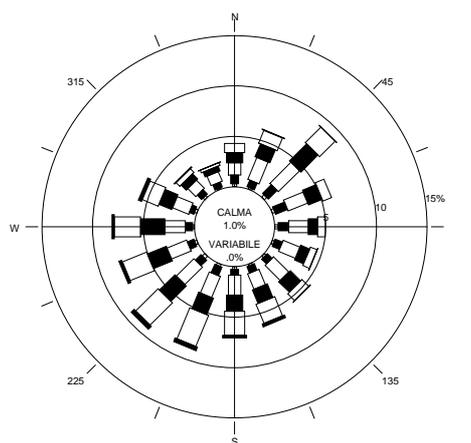
NUMERO DI OSSERVAZIONI :
Porto Tolle (dati sodar 50 m)



NUMERO DI OSSERVAZIONI : 18771
Porto Tolle (dati sodar 104 m)



NUMERO DI OSSERVAZIONI : 16340
Porto Tolle (dati sodar 240 m)



NUMERO DI OSSERVAZIONI : 6882
Porto Tolle (dati sodar 512 m)



Da queste rose si può dedurre che lo strato interessato dalla brezza di mare è in generale non molto elevato (non raggiunge i 512 m) mentre, sempre per effetto della circolazione generale, si presenta ancora a questa quota il NE dovuto alla Bora. La brezza di terra si presenta solo di poco oltre i 240 m. Il parametro di stabilità atmosferica è qui introdotto come caratteristica locale dell'atmosfera, influenzante la dispersione degli inquinanti, direttamente legata alle condizioni d'insolazione, nelle ore diurne, e di scambio radiativo, in quelle notturne.



L'associazione delle condizioni di stabilità con la direzione di provenienza del vento evidenzia le modalità di diffusione degli inquinanti per le diverse direzioni. Le categorie instabili (A, B, C) sono associate alle provenienze tra E e SE, in particolare per la categoria A, che evidenzia al meglio le condizioni di brezza diurna. Le categorie B e C presentano una maggiore polarizzazione SE-W con un progressivo incremento della componente occidentale. La categoria neutrale D è invece associata principalmente alle provenienze da NE per venti forti e da W per venti più deboli. Le categorie stabili sono ancora associate a queste provenienze, con l'accentuazione delle componenti orientali in categoria E, e di quelle meridionali in categoria F. Un'elevata frequenza di calme di vento è associata alla categoria F.

La distribuzione annuale delle diverse condizioni di stabilità, è evidenziata nella tabella seguente, dove sono riportate le distribuzioni di frequenza mensile per la stazione di centrale.

Centrale di Porto Tolle Centrale – Distribuzione delle categorie di stabilità													
Mesi	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	anno
A	0.0	0.3	3.2	6.2	10.8	13.4	14.4	11.1	4.5	0.7	0.0	0.0	5.5
B	4.4	13.0	18.8	19.7	23.3	24.5	24.5	24.3	20.8	15.5	5.7	2.8	16.6
C	8.1	10.4	11.7	11.3	11.3	10.0	10.0	9.5	11.4	11.0	8.6	7.0	10.0
D	74.9	60.5	49.9	45.9	39.4	36.9	34.3	38.5	47.0	59.1	72.8	78.7	52.9
E	4.0	3.6	4.3	3.9	3.0	4.0	3.5	3.4	3.8	3.6	4.6	3.2	3.7
F + G	8.6	12.2	12.1	12.9	12.3	11.2	13.3	13.3	12.6	10.0	8.3	8.3	11.3
numero dati	8145	7470	8271	8155	8442	8337	8510	8425	8200	8083	7929	8207	98174

L'andamento annuale mostra il massimo per la categoria D (52,9%), seguito dalla categoria B (16,6%) e dalla F (11,3%). A livello mensile le categorie instabili (A, B, C) mostrano gli andamenti tipici, cioè hanno frequenza maggiori nei periodi caldi, mentre le categorie stabili (E, F+G) mostrano frequenze massime in autunno e in primavera. Decisamente elevata è la frequenza della categoria B nel periodo invernale.

